



Planificaciones

6625 - Dispositivos Semiconductores

Docente responsable: GONZALEZ MARTIN GERMAN

OBJETIVOS

- Estudiar la física de los semiconductores a partir de un enfoque electrostático.
- Aprender el funcionamiento de los dispositivos semiconductores más habituales (diodo, transistor MOSFET, transistor TBJ)
- Aplicar los transistores al diseño de amplificadores elementales con TBJ y MOSFET en las tres configuraciones comunes y al diseño de circuitos inversores digitales CMOS.
- Realizar trabajos prácticos centrados en el diseño, con énfasis en la medición experimental, en la simulación de circuitos mediante el software PSPICE y en el análisis de hojas de datos de transistores.
- Adquirir un conocimiento general acerca de dispositivos semiconductores de uso más específico: dispositivos opto-electrónicos (LEDs, Diodos láser, CCD), sensores (efecto Hall, termistores, etc.), dispositivos de disparo (SCR, Triac, tiristor, etc.).

CONTENIDOS MÍNIMOS

PROGRAMA SINTÉTICO

- 1.Conceptos básicos de física de semiconductores: portadores electrones y huecos; generación, recombinación y equilibrio térmico; donores y aceptores; corriente de corrimiento y corriente de difusión.
- 2.Juntura PN y MOS electrostática: juntura PN, barrera de potencial, zona desierta, capacidad de juntura; juntura MOS, acumulación, deserción, inversión, potencial de juntura, capacidad de juntura.
- 3.Transistor MOS: características de transferencia; modelo en continua; modelo de pequeña señal de alterna; parámetros del modelo SPICE.
- 4.Diodo PN: características I-V; modelos en continua; modelos de pequeña señal; parámetros SPICE
- 5.Transistor bipolar de juntura: características de transferencia; modelo en continua; modelo de pequeña señal de alterna; parámetros del modelo SPICE.
- 6.Circuitos digitales inversores con MOS: características de transferencia de un inversor; tecnología C-MOS; modelo SPICE.
- 7.Amplificadores monoetapa: configuraciones básicas para transistores MOS y TBJ; modelo SPICE

PROGRAMA ANALÍTICO

- 1.Física de semiconductores y tecnología de IC
 - 1.1.Electrones, huecos, modelo de bandas.
 - 1.2.Generación, recombinación y equilibrio térmico
 - 1.3.Dopaje: donores y aceptores
 - 1.4.Transporte de portadores, corriente de corrimiento y corriente de difusión
 - 1.5.Tecnología de circuitos integrados y procesos de fabricación
- 2.Juntura PN y MOS. Electroestática
 - 2.1.Juntura PN estática. Barrera de potencial, zona desierta. Juntura en equilibrio térmico
 - 2.2.Potencial de contacto metal semiconductor
 - 2.3.Juntura PN en inversa. Capacidad de juntura en inversa.
 - 2.4.Modelo SPICE para juntura PN
 - 2.5.Estructura MOS. Polarización y banda plana, acumulación, deserción, inversión. Potencial de umbral VTH
 - 2.6.Capacidad de la estructura MOS
- 3.Transistor MOS
 - 3.1.Circuito, símbolos y terminales.
 - 3.2.Características de transferencia ID-VDS
 - 3.3.Física del dispositivo, corrientes y cargas
 - 3.4.Zonas de trabajo
 - 3.5.Modelo de canal gradual. Potencial de umbral VTH
 - 3.6.Modelo de circuito en continua
 - 3.7.Modelo de circuito en pequeña señal
 - 3.8.Capacidades
 - 3.9.Modelos canal p y canal n
 - 3.10.Estructura C-MOS
 - 3.11.Modelo SPICE
- 4.Diodo de juntura PN
 - 4.1.Características y definiciones de circuito
 - 4.2.Diodos PN integrados
 - 4.3.Polarización directa, corrientes de corrimiento y de difusión
 - 4.4.Inyección de portadores, corrientes de mayoritario y de minoritarios
 - 4.5.Polarización inversa

- 4.6. Modelos del diodo para pequeña y gran señal
- 4.7. Capacidad de juntura en directa, capacidad de difusión.
- 4.8. Modelo SPICE
- 4.9. Aplicaciones del diodo
- 5. Transistor bipolar de juntura
 - 5.1. Estructura, símbolos y circuito
 - 5.2. Características de transferencia y regiones de funcionamiento
 - 5.3. Polarización directa de la juntura de base. Flujo de portadores
 - 5.4. Ganancia de corriente beta
 - 5.5. Zona de polarización inversa y saturación
 - 5.6. Ecuaciones de Ebers Moll. Modelo en continua
 - 5.7. Modelo para pequeña señal híbrido pi;
 - 5.8. Efectos de 2do orden
 - 5.9. Transistores integrados npn y pnp laterales
 - 5.10. Modelo SPICE
- 6. Circuitos digitales inversores con MOS
 - 6.1. Características de transferencia de un inversor. Niveles lógicos y márgenes de ruido
 - 6.2. Características de transición
 - 6.3. Circuito inversor N-MOS
 - 6.4. Circuito inversor C-MOS.
 - 6.5. Características del inversor C-MOS
 - 6.6. Resolución con modelo SPICE
- 7. Amplificadores monoetapa
 - 7.1. Conceptos generales. Amplificadores de dos puertos
 - 7.2. Amplificación, efecto de la carga y de la resistencia del generador
 - 7.3. Amplificador CE y CS. Polarización y modelo de pequeña señal. Efecto de la resistencia en emisor.
 - 7.4. Amplificador CB y CG
 - 7.5. Amplificador CC y CD
 - 7.6. Modelo SPICE de los amplificadores
- 8. Regímenes máximos
 - 8.1. Regímenes máximos de tensión y corriente
 - 8.2. Efectos térmicos en los semiconductores
 - 8.3. Nociones de disipación de potencia y diferentes tipos de encapsulados
 - 8.4. Diodos, TBJ y MOS de potencia
- 9. Dispositivos de disparo
 - 9.1. SCR y TRIAC
- 10. Dispositivos optoelectrónicos semiconductores
 - 10.1. Emisores. LED y Laser semiconductor. Dispositivos CCD.
 - 10.2. Receptores. Fotodiodos PIN y Avalancha. Fototransistores
- 11. Sensores semiconductores
 - 11.1. Principios de funcionamiento de sensores : temperatura, aceleración, efecto Hall.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía recomendada:

- "Introducción a los dispositivos semiconductores: principios y modelos", Pedro Julian, Editorial UNS.
- Microelectronics, an integrated approach. Roger Howe & Charles Sodini – Prentice Hall
- Semiconductor Physics & Devices. Donald Neamen – Mc Graw Hill
- "Device Electronics for Integrated Circuits." Muller, Richard S., Theodore I. Kamins, and Mansun Chan. 3rd ed. New York, NY: John Wiley & Sons, 2002.

Bibliografía adicional:

Texto de las clases teóricas (1 a 22). Guía TP y Material para autoevaluación: preguntas conceptuales, problemas, simulaciones. Tutorial del programa SPICE.

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

- a) Semana 1 a 10 correspondientes a los capítulos 1 al 5 inclusive del programa. Clases teórico prácticas obligatorias, con explicación conceptual del tema y resolución de ejercicios en clase.
- b) Semana 11 a 16, correspondientes a los capítulos 6 a 11 del programa. Clases teórico-prácticas con explicación del tema y resolución de problemas y clases de laboratorio con utilización de software de simulación y mediciones de circuitos con instrumental.

Modalidad de Evaluación Parcial

Evaluación escrita con desarrollo de temas teóricos y resolución de problemas.

Condiciones de aprobación:

- Aprobación del parcial (correspondiente a los capítulos 1 al 5 del programa)
- Realización de un informe del diseño, simulación y medición de un circuito (el informe debe ser aprobado antes de rendir el coloquio)
- Realización de una monografía sobre un tema a elección (la monografía debe ser aprobada antes de rendir el coloquio)
- Aprobar el coloquio (correspondiente a los capítulos 6 a 11 del programa, el informe del circuito y la monografía)

CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 27/08 al 01/09	Introducción - Importancia y uso de los semiconductores Física de semiconductores Física de semiconductores					
<2> 03/09 al 08/09	Física de semiconductores y tecnología de IC Juntura PN y MOS. Electrostatica					
<3> 10/09 al 15/09	Juntura PN y MOS. Electrostatica Juntura PN y MOS. Electrostatica		Tarea: Instalar PSPICE 9.1 y MATLAB	Demo programa resolución numérica exacta Juntura PN		
<4> 17/09 al 22/09	Juntura PN y MOS. Electrostatica Juntura PN y MOS. Electrostatica			Tarea: Leer tutoriales PSPICE 9.1 y MATLAB		
<5> 24/09 al 29/09	Transistor MOS		Demostración MATLAB	Tarea: Comprar materiales TP N°1		
<6> 01/10 al 06/10	Transistor MOS		Mediciones en laboratorio TP N°1 - MOSFET			
<7> 08/10 al 13/10	Diodo de juntura PN Diodos especiales: Diodos Zener, Schottky, etc.		Mediciones en laboratorio TP N°1	Tarea: Comprar Mater. TP N°2		
<8> 15/10 al 20/10	Transistor bipolar de juntura		Discusión TP N°2 - TBJ	Entrega TP N°1		
<9> 22/10 al 27/10	Transistor bipolar de juntura		Mediciones en laboratorio TP N°2			
<10> 29/10 al 03/11	Amplificadores monoetapa con MOSFET		Mediciones en laboratorio TP N°2 – TBJ	Devolución TP N°1		
<11> 05/11 al 10/11	Amplificadores monoetapa con MOSFET			2da Entrega TP N°1 - Consultas para el Parcial PARCIAL		
<12> 12/11 al 17/11	Amplificadores monoetapa con TBJ			Entrega TP N°2 - Discusión TP N°3: Amplificado Entrega notas de parcil		
<13>	Circuitos		Mediciones en laboratorio			

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
19/11 al 24/11	digitales CMOS		TP N°3 - Amplificador			
<14> 26/11 al 01/12	Fuentes de corriente y tensión // Regímenes máximos TBJ y MOSFET		Mediciones en laboratorio TP N°3			
<15> 03/12 al 08/12	Dispositivos de potencia // Dispositivos opto-electrónicos // MEMS		Mediciones en laboratorio TP N°3			
<16> 10/12 al 15/12	Sensores Semiconductores // Scaling down tecnología CMOS // Resumen general		Mediciones TP4			

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	10			
2º	12			
3º	14			
4º				
Otras observaciones				
Las fechas de evaluaciones parciales se confirmarán durante el cuatrimestre.				